



#2

0400 06-13-01  
S&H Form: (2/01)

Attorney Docket No. 1359.1048

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Naoshi MATSUO

Application No.: 09/867,664

Group Art Unit:

Filed: May 31, 2001

Examiner:

For: ECHO CANCELING SYSTEM

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s) herewith  
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Applications Nos. 2000-334455 and 2001-107575

Filed: November 1, 2000 and April 5, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing  
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the  
requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS &amp; HALSEY LLP

Date: June 14, 2001

By:

  
H. J. Staas  
Registration No. 22,010700 11th Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500



日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2000年11月 1日

出願番号  
Application Number:

特願2000-334455

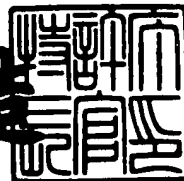
出願人  
Applicant(s):

富士通株式会社

2001年 1月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3001650

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

【書類名】 特許願

【整理番号】 0095290

【提出日】 平成12年11月 1日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04R 1/320

【発明の名称】 エコー抑制システム

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 松尾 直司

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095555

【弁理士】

【氏名又は名称】 池内 寛幸

【電話番号】 06-6361-9334

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012162

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803089

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エコー抑制システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 全二重通話システムの話者側システムにおいて、  
話者側から見たエコー経路の音響特性を検出する音響特性検出部と、  
話者によるエコー抑制処理のチューニングを受け付ける調整部と、  
前記音響特性検出部により検出された音響特性と前記調整部を介して入力された調整量を基に話者音声信号からエコー抑制信号を生成し、通話相手側システムから返ってきた音声信号から前記エコー抑制信号分を相殺してエコーを抑制するエコー抑制処理部とを備えたことを特徴とするエコー抑制システム。

【請求項 2】 話者による、前記エコー抑制処理部によるエコー抑制処理の実行と停止との選択と、前記音響特性検出部によるエコー経路の音響特性検出処理の実行と停止との選択を可能とした請求項 1 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 3】 前記音響特性検出部が、話者からの指示を契機としてエコー経路の音響特性を検出する請求項 1 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 4】 前記音響特性検出部が、音響特性検出用信号を発生する信号発生部を備え、前記音響特性検出用信号を基準信号とし、

通話に先立ち、前記音響特性検出部が、前記基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号とを用いて話者側から見たエコー経路の音響特性を検出する請求項 1 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 5】 通話において入力された話者信号を基準信号とし、  
前記音響特性検出部が、前記基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号とを用いて話者側から見たエコー経路の音響特性を検出する請求項 1 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 6】 前記音響特性検出部によるエコー経路の音響特性の検出において、話者システム側における基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号との相関値に対するしきい値の調整と相関探索範囲の調整を可能とした請求項 5 または 5 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 7】 前記話者システム側における基準信号と通話相手側から返って

きた応答信号との相関値に対するしきい値の調整と相関探索範囲の調整を話者操作により可能とした請求項 6 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 8】 前記エコー抑制処理部のエコー抑制処理において用いるエコー抑制信号を、遅延部分と遅延部分に続く信号部分に分け、

前記エコー抑制処理部が、前記遅延部分に相当する遅延を与える遅延フィルタと、前記信号部分に相当する信号を生成する信号フィルタを備えた請求項 1 に記載のエコー抑制システム。

【請求項 9】 全二重通話システムの話者側システムの処理プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

話者側から見たエコー経路の音響特性を検出する音響特性検出処理ステップと

話者によるエコー抑制処理のチューニングを受け付ける調整処理ステップと、前記音響特性検出処理ステップにより検出された音響特性と前記調整処理ステップを介して入力された調整量を基にエコーを抑制するエコー抑制処理ステップとを備えた処理プログラムを記録したことを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、全二重通話におけるエコー抑制システムに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

インターネットの普及に伴い、インターネットを利用した様々なサービスが提供され始め、V o I P 等の技術を用いたインターネットを介したいわゆるコンピュータテレフォニーシステムも広がりつつある。以下、従来のインターネットを介した V o I P アプリケーションを用いた全二重通話システムを説明する。

【 0 0 0 3 】

図 1 1 は全二重通話システムを模式的に示した図である。図 1 1 において、1 0 と 2 0 が通話者同士であり、説明の便宜上、1 0 が話者となり、1 0 が発した話者音声は 2 0 側に伝わる場合を例に説明する。1 1 および 2 1 がマイクロフォ

ン、12および22がスピーカ、13および23がV o I Pアプリケーション、14および24が端末装置、30がインターネットである。通信インタフェースやその他のデバイスなどは説明の便宜上、図示を省略した。

#### 【0004】

いま、話者10がマイクロフォン11に向かって音声入力を行うと、V o I Pアプリケーション13が当該音声を受け付け、サンプリング処理など必要な処理を行い、端末装置14からパケットデータとしてインターネット30に送信される。各パケットデータはインターネット上でのルーティングに従い、端末装置24に到達し、パケットデータが順に組み立てられ、V o I Pアプリケーション23において必要な処理が行われた後、スピーカ22から音声信号として出力される。

#### 【0005】

ここで、従来からエコーと呼ばれる現象が起こることが知られている。スピーカ22から出力された音声は通話相手20に届くとともに、回り込みが起きてマイクロフォン21に音声として入力されてしまう場合がある。この場合、マイクロフォン21から再入力された音声は、端末装置24のV o I Pアプリケーション23、インターネット30、端末装置14のV o I Pアプリケーション13を介してスピーカ12から音声として出力されることとなり、一種のループを形成する。このエコーを生じるループを形成する経路（エコー経路）には伝送遅延が生じる。つまり、話者10にとれば、自らマイクロフォン11に入力した音声を、少し遅れてスピーカ12から聞くこととなる。このエコーが生じた場合、話者はとても話しづらく、相手の音声も聞きづらいものになってしまうことが知られている。また、エコーのレベルが非常に大きく、エコーが減衰せずに発散する場合などではハウリングと呼ばれる現象が生じて通話不能となってしまう。

#### 【0006】

そこで、従来からエコーキャンセラーが用いられている。図12は従来技術におけるエコーキャンセラーを用いたエコー抑制システムを模式的に示した図である。図12において、通信相手20側の端末装置24は、エコーキャンセラー25を有している。エコーキャンセラー25は、スピーカ22を介して出力される

信号を入力として取り込み、当該取り込んだ信号分をマイクロフォン 2 1 から拾う信号から減ずることにより、マイクロフォン 2 1 に回り込んで再入力された音声信号を打ち消す構成となっている。

【 0 0 0 7 】

図 1 2 に示したように、従来技術のエコーキャンセラーは近接するスピーカとマイクロフォン間で発生している回り込んだ音声信号分をその場でキャンセルし、話者側のシステムには回り込んだ音声信号分を返さないという仕組みであった。

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のエコーキャンセラーを用いたエコー抑制システムでは以下の問題があった。

【 0 0 0 9 】

第 1 の問題点は、通話相手となっている先方のシステムにエコーキャンセラーが設置され稼動されているとは限らないという点である。従来技術におけるエコー抑制は、通話相手側システムにおける、スピーカ-マイクロフォン間の音声の回り込みを相殺する必要がある、通話相手側システムにおいてエコーキャンセラーが設置され稼動されていなければならない。しかし、通話相手側のシステムにエコーキャンセラーが設置され稼動されているとは限らない。この場合、エコーキャンセラーの設置や稼動を通話相手側に頼まねばならないという問題が生じる。

【 0 0 1 0 】

第 2 の問題点は、エコーを聞くこととなる話者自身がエコー抑制処理の微調整ができないという問題である。エコーが通話において問題となるのは、話者が、スピーカから返ってくる自分自身の音声により、話しづらさを感じたり聞きづらさを感じたりする点であり、どのように感じるかは主観的な問題である。それゆえエコー抑制処理は話者自身がチューニングできることが好ましい。しかし、従来技術のエコー抑制システムでは、エコーキャンセラーが通話相手側のシステムに存在しているため、話者がエコーの聞こえ具合をもとにチューニングすること

ができない。通話相手側システムのエコーキャンセラーのパラメタを遠隔操作することは技術的に可能ではあるが、セキュリティの面からも通信相手側システムのエコーキャンセラーのパラメタを遠隔操作できるとする環境は、通信相手側にとって認容できるものではない。

#### 【 0 0 1 1 】

第3の問題点は、エコーキャンセラーを自らのシステムに導入した利用者が、エコーキャンセラーの効果を直接知ることができないという問題である。つまり、エコーキャンセラーを導入した利用者は、導入によるエコー抑制効果を知ることができず、エコー抑制処理を良好にするためチューニングすることもできない。エコーキャンセラーは通話相手側のために導入するものであって、自らのために導入するものではなく、利用者がコストを掛けて導入してもその利便性を享受できるわけではなく、普及の妨げの一因ともなっている。

#### 【 0 0 1 2 】

第4の問題点は、インターネットを介したパケット通信による音声信号のやりとりを行う場合、話者に実際に聞こえるエコーの状態が変動しやすいという問題である。エコーはネットワークの伝送状態に影響され、インターネットを介したパケット通信による音声信号のやりとりではネットワーク伝送の遅延量が大きく、また、ルーティングやトラフィック量の変化などによりネットワーク伝送状態が変動しやすいため、音声信号を伝送する場合の特性の変動幅も大きくなる。そのため、単純に両者間の距離などで特性変化量を確定することができず、一度求めた特性量も変動してしまうため、従来のエコーキャンセラーを単純に話者側に設置することではエコーを打ち消すための適切な信号を確実に得られないという問題がある。

#### 【 0 0 1 3 】

上記問題点に鑑み、本発明は、先方の通信システムの如何にかかわらず、つまり、先方システムにエコーキャンセラーが設置され稼動されているか否かに限らず、常に話者がエコー抑制処理を利用できるエコー抑制システムを提供することを目的とする。

#### 【 0 0 1 4 】



また、本発明は、エコーを聞くこととなる話者自身がエコー抑制処理の微調整ができるエコー抑制システムを提供することを目的とする。これは、エコーキャンセラーを自らのシステムに導入した者が、エコーキャンセラーの効果を直接知ることにもつながる。

## 【 0 0 1 5 】

また、本発明は、インターネットを介したパケット通信による音声信号のやりとりなど、ネットワーク伝送の遅延量が大きく、変動幅も大きい状況においても最適なエコー抑制処理を実行できる。エコー抑制システムを提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 6 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明のエコー抑制システムは、全二重通話システムの話者側システムにおいて、話者側から見たエコー経路の音響特性を検出する音響特性検出部と、話者によるエコー抑制処理のチューニングを受け付ける調整部と、前記音響特性検出部により検出された音響特性と前記調整部を介して入力された調整量を基に話者音声信号からエコー抑制信号を生成し、通話相手側システムから返ってきた音声信号から前記エコー抑制信号分を相殺してエコーを抑制するエコー抑制処理部とを備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

上記構成により、話者側から見たエコー経路の音響特性と、話者によるエコー抑制処理の調整量をもとにした、話者システム側においてエコー抑制処理が行われるので、先方の通信システムの如何にかかわらず、常に話者がエコー抑制処理を利用でき、さらに、調整部を介してエコーを聞くこととなる話者自身がエコー抑制処理の微調整ができる。また、インターネットを介したパケット通信による音声信号のやりとりなど、ネットワーク伝送の遅延量が大きく、変動幅も大きい状況においても最適なエコー抑制処理を実行できる。

## 【 0 0 1 8 】

なお、話者による、エコー抑制処理部によるエコー抑制処理の実行と停止との選択、音響特性検出部によるエコー経路の音響特性検出処理の実行と停止との選

択、話者からの指示を契機とした音響特性検出部による音響特性の検出処理開始など話者主導の調整が可能である。

【 0 0 1 9 】

次に、上記構成における音響特性検出部によるエコー経路の音響特性検出において、音響特性検出部が音響特性検出用信号を発生する信号発生部を備え、音響特性検出用信号を基準信号とし、通話に先立ち、音響特性検出部が、基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号とを用いて話者側から見たエコー経路の音響特性を検出することが好ましい。例えば白色雑音やインパルス信号などを基準信号とすれば、精度の良いエコー経路の音響特性検出が可能となる。また、通話において入力された話者信号を基準信号を用いることもできる。

【 0 0 2 0 】

また、音響特性検出部によるエコー経路の音響特性検出において、話者システム側における基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号との相関値に対するしきい値の調整と相関探索範囲の調整を可能とすることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

なぜなら、ネットワーク伝送の遅延量が大きく、変動幅も大きい状況であれば、遅延量を探索する範囲を動的に調整する必要があり、また、遅延量が一度求まってもその後変動する遅延量を適切に検出するには探索範囲を柔軟に調整して行く必要があるからである。

【 0 0 2 2 】

次に、エコー抑制処理部のエコー抑制処理において、エコー抑制処理に用いるエコー抑制信号を、遅延部分と遅延部分に続く信号部分に分け、エコー抑制処理部が、遅延部分に相当する遅延を与える遅延フィルタと、信号部分に相当する信号を生成する信号フィルタを備えることが好ましい。

【 0 0 2 3 】

上記構成によれば、エコー抑制処理に用いる信号のうち、エコー経路の遅延量分は遅延フィルタにより処理することができ、演算処理量を低減させることができる。

【 0 0 2 4 】

本発明のエコー抑制システムの処理ステップを実現する処理プログラムを記録した記録媒体から当該処理プログラムをコンピュータに読み取られることにより、コンピュータリソースを用いて本発明のエコー抑制システムを実現することができる。

## 【 0 0 2 5 】

## 【発明の実施の形態】

本発明のエコー抑制システムについて図面を参照しつつ説明する。

## 【 0 0 2 6 】

## (実施形態 1)

本発明の実施形態 1 のエコー制御システムは、エコーキャンセラーを話者システム側に設けるものであり、通話相手側の通信機器で発生しているエコーの抑制処理を、話者側システムにより行い、受話側システムでは行なう必要はないものである。本発明の実施形態 1 のエコー制御システムは、話者側から見たエコー経路の音響特性を検出する音響特性検出部と、話者によるエコー抑制処理のチューニングを受け付ける調整部と、検出された音響特性と入力された調整量を基に話者音声信号からエコー抑制信号を生成し、通話相手側システムから返ってきた音声信号からエコー抑制信号分を相殺してエコーを抑制するエコー抑制処理部とを備えたものである。

## 【 0 0 2 7 】

図 1 は、本発明の実施形態 1 のエコー抑制システムを模式的に表わした図である。図 1 において、10 と 20 が通話者同士であり、説明の便宜上、10 が話者となり、10 が発した話者音声信号が 20 側に伝わる場合を例に説明する。11 および 21 がマイクロフォン、12 および 22 がスピーカ、13 および 23 が V o I P アプリケーション、14 および 24 が端末装置、30 がインターネットである。

## 【 0 0 2 8 】

100 がエコーキャンセラーであり、音響特性検出部 110、調整部 120、エコー抑制処理部 130 を備えている。図 1 のようにエコーキャンセラー 100 は話者側の端末装置 14 に組み込まれている。入力信号は話者音声信号とエコー

経路を介して返ってきた応答信号であり、出力信号はスピーカ 1 2 に対する出力音声信号である。なお、通信インタフェースやその他のデバイスなどは説明の便宜上、図示を省略した。

#### 【 0 0 2 9 】

音響特性検出部 1 1 0 は、話者側から見たエコー経路の音響特性を検出する部分である。話者音声信号とエコー経路を介して返ってきた応答信号からエコー経路の音響特性を検出する。例えば、後述するように、話者音声信号に演算処理を施した信号と応答信号との差分が 0 となるように調整し、エコー経路の音響特性を求める。

#### 【 0 0 3 0 】

調整部 1 2 0 は、話者によるエコー抑制処理のチューニングを受け付ける部分である。

#### 【 0 0 3 1 】

エコー抑制処理部 1 3 0 は、取り込んだ話者音声信号からエコー抑制信号を生成し、通話相手側システムから返ってきた音声信号からエコー抑制信号分を相殺してエコーを抑制する。エコー抑制信号の生成にあたっては、取り込んだ話者音声信号に対して音響特性検出部 1 1 0 により検出された音響特性量と調整部 1 2 0 を介して入力された調整量を基に演算を施す。

#### 【 0 0 3 2 】

図 2 は本発明にかかるエコーキャンセラー 1 0 0 を中心とした具体的なモジュール構成の一例を示した図である。2 0 1 が F I R フィルタ (finite impulse response filter) などで構成する音響特性フィルタ、2 0 2 が係数更新器、2 0 3 および 2 0 4 が減算器である。2 0 5 はゲイン調整器である。

#### 【 0 0 3 3 】

ここで、図 1 に示したエコーキャンセラー 1 0 0 の各部と図 2 の具体的なモジュールとの関係は以下になる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 1 の音響特性検出部 1 1 0 は、図 2 における音響特性フィルタ 2 0 1 と係数更新器 2 0 2 と減算器 2 0 3 に相当する。音響特性検出部 1 1 0 は、話者側から

見たエコー経路の音響特性を検出する部分であり、基準信号となる話者音声信号（図中 a）とエコー経路を介して返ってきた応答信号（図中 c）からエコー経路の音響特性を検出する。例えば、後述するように、話者音声信号に音響特性フィルタ 2 0 1 の演算処理を施した信号（図中 b）と応答信号（図中 c）との差分信号（図中 e）を減算器 2 0 3 により求め、当該差分信号が 0 となるように係数更新器 2 0 2 により調整する。この結果、音響特性フィルタ 2 0 1 の係数はエコー経路の音響特性に相当する演算の係数となる。

## 【 0 0 3 5 】

図 1 の調整部 1 2 0 は、図 2 のゲイン調整器 2 0 5 に相当する。話者自身によるチューニングが可能となるように外部入力手段を持ち、ゲイン調整器 2 0 5 のゲイン量を話者自身が調整することができる。ゲイン係数  $g$  は例えば、0. 0 ～ 1. 0 の間で調整できるものとする。ゲイン係数  $g$  を 0. 0 とすれば、エコー抑制処理を施さないこととなる。つまり、話者による、エコー抑制処理部によるエコー抑制処理の実行と停止との選択が可能であるとも言える。

## 【 0 0 3 6 】

図 1 のエコー抑制処理部 1 3 0 は、図 2 の音響特性フィルタ 2 0 1 とゲイン調整器 2 0 5 と減算器 2 0 4 に相当する。エコー抑制信号の生成にあたり、取り込んだ話者音声信号（図中 a）に対して音響特性検出部 1 1 0 として係数が調整されている音響特性フィルタ 2 0 1 により音響特性を反映した演算処理を施し（図中 b）、さらにゲイン調整器 2 0 5 により話者自身によるチューニングを施してエコー抑制信号（図中  $g \cdot b$ ）を生成し、減算器 2 0 4 において通話相手側システムから返ってきた音声信号（図中 c）からエコー抑制信号分（図中  $g \cdot b$ ）を相殺してエコーを抑制した信号（図中 f）を生成してスピーカ 1 2 に出力する。

## 【 0 0 3 7 】

ここで、エコー経路の音響特性を模擬するための音響特性フィルタ 2 0 1 の係数更新について詳しく説明する。一例として、音響特性フィルタ 2 0 1 として FIR フィルタ (finite impulse response filter) を用い、学習同定法を基にして係数を更新する方式を説明する。

## 【 0 0 3 8 】

F I Rフィルタによる演算処理は（数 1）のように表わすことができる。

【 0 0 3 9 】

【数 1】

$$b_i = \sum_{j=0}^{n-1} h_j a_{i-j}$$

【 0 0 4 0 】

ここで、 $a_i$ はマイクロフォン 1 1からの信号、即ちフィルタへの入力信号である。 $b_i$ はフィルタの出力信号を示している。添え字の  $i$  はサンプル番号を示す。 $h_j$ はフィルタの係数を示し、 $n$ は次数を表わしている。

【 0 0 4 1 】

次に、フィルタ係数  $h_j$ の更新は（数 2）のように表わされる。

【 0 0 4 2 】

【数 2】

$$h_j = h_j + \alpha e_i \frac{a_{i-j}}{\|a\|^2}$$

ただし、

$$e_i = c_i - b_i$$

$$\|a\|^2 = \sum_{j=0}^{n-1} a_{i-j}^2$$

【 0 0 4 3 】

ここで、 $\alpha$ は一般的には定数であり、 $0 < \alpha < 1$ である。また、 $c_i$ は通信相手側システムからの応答信号である。

【0044】

スピーカ12に渡される信号 $f_i$ は（数3）として表わされる。

【0045】

【数3】

$$f_i = c_i - g \cdot b_i$$

以上の構成による本発明のエコー抑制システムを用いれば、話者側のシステムに設けたエコーキャンセラーにより話者の聞こえるエコーを抑制することが可能となる。話者自身がエコー抑制処理の微調整ができ、エコーキャンセラーの効果を直接知ることができる。インターネットを介した音声信号のやり取りであって音響特性の変動幅の大きい状況においても最適なエコー抑制処理を実行できる。

【0046】

また、通話相手側の通信機器で発生しているエコーの抑制処理を、話者側システムにより行うことができ、従来のように受話側システムでエコー抑制処理を行う必要がないので、通信相手の音声処理システムの如何にかかわらず確実にエコー抑制処理を実行することができる。

【0047】

（実施形態2）

実施形態2は、音響特性検出処理における工夫を盛り込んだエコー抑制システムであり、マイクロフォン11から取り込んだ信号のうち、基準信号となる話者音声信号が含まれている区間と、比較信号となる通信相手側から得られた応答信号のうち話者音声に対するエコーを含んだ応答信号の区間を精度よくかつ柔軟に検出するものである。実施形態1では基準信号となる話者音声信号 $a_i$ が含まれている区間および比較信号となるエコーを含んだ応答信号 $c_i$ の区間が一意に定まっているものとして説明したが、実際の通話においてネットワーク遅延量など音響特性が固定的でないためそれらを含んだ区間がどこであるかを判別する必要がある。本実施形態2ではそれらエコーを含んだ応答信号区間を判別する。

【0048】

図3は、基準信号となる話者音声信号 $a_i$ が含まれている区間および比較信号となるエコーを含んだ応答信号 $c_i$ の区間を判別する処理を行う音響特性検出部

1 1 0 の構成例を示した図である。図 3 において、音響特性検出部 1 1 0 は、パワー計算部 1 1 1、相互相関係数計算部 1 1 2 を備えている。

【 0 0 4 9 】

パワー計算部 1 1 1 は、話者音声信号中のパワーを調べ、信号中に音声信号が含まれている部分を検出するために用いる。取り込んだ話者音声信号中のパワーを計算し、所定のしきい値以上のパワーを持つ部分は基準信号となる話者音声信号とし、次の処理である応答信号との相互相関係数の計算処理に移行する。所定のしきい値を満たすパワーを持つ信号が得られるまで待ち処理を行うこととなる。

【 0 0 5 0 】

パワー計算部 1 1 1 によるパワー計算は（数 4）のように表わされる。

【 0 0 5 1 】

【数 4】

$$pow_i = \sum_{j=0}^{n'-1} a_{i-j}^2$$

【 0 0 5 2 】

ここで、 $n'$  はパワー計算のための次数である。

【 0 0 5 3 】

まず、（数 4）より基準信号  $a_i$  とする信号区間を定める。

【 0 0 5 4 】

相互相関係数計算部 1 1 2 は、基準信号である話者信号と比較信号である応答信号の相互相関係数を計算する部分である。この相互相関係数は（数 5）のように計算される。ここで応答信号の探索範囲を各信号区間  $c_{(i+k-j)}$  に区切り、基準信号である話者信号との相互相関係数がもっとも大きくなる区間を探索する。なお、ここで、添え字の  $k$  は相互相関係数の次数を表わしている。つまり、相互相関を探索する範囲における区間の番号であり、 $k$  の値域を大きくすることは相互相関を探索する範囲を広げることとなる。



【 0 0 5 5 】

【数 5】

$$r(k) = \sum_{j=0}^{n'-1} a_{i-j} c_{i+k-j}$$

【 0 0 5 6 】

ただし、 $k_{\text{MIN}} \leq k \leq k_{\text{MAX}}$ とする。なお、 $k_{\text{MIN}}$ と $k_{\text{MAX}}$ はあらかじめ設定しておく探索範囲、つまりエコー経路の信号遅延の最小値と最大値である。

【 0 0 5 7 】

ここで、 $n'$  は相互相関係数計算のための次数を示している。

【 0 0 5 8 】

相互相関係数計算部 1 1 2 により計算した相互相関係数  $r(k)$  が最大となる  $k$  を求めれば、エコー経路の遅延量を検出することができる。

【 0 0 5 9 】

図 4 は、上記相互相関係数の計算を用いた、話者音声に対するエコーを含んだ応答信号の区間の検出処理フローの例を表わしたフローチャートである。

【 0 0 6 0 】

まず、マイクロフォン 1 1 から入力される話者音声信号  $a_i$  を取り込み、パワーを計算する（ステップ S 4 0 1）。パワーがしきい値（ $p_{\text{TH}}$ ）を超えるものか否かをチェックし、しきい値を超えない場合（ステップ S 4 0 2 : N）は、基準信号となる話者音声信号が入力されていないので再度ステップ S 4 0 1 に戻り、待ち処理を行う。しきい値を超えた場合（ステップ S 4 0 2 : Y）は、基準信号となる話者音声信号  $a_i$  が入力されたとし、次のステップ S 4 0 3 に移行する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 4 0 3 では、基準信号となる話者音声信号  $a_{i-j}$  と比較信号となる応答信号の各信号区間  $c_{(i+k-j)}$  との相互相関係数  $r(k)$  を計算する。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 4 0 4 では、ステップ S 4 0 3 で求めた各信号区間の相互相関係数  $r(k)$  のうち最大値をとる  $k$  を特定し、当該  $k$  に相当する時間をエコー経路の遅延量とし、音響特性とする。

#### 【 0 0 6 3 】

なお、上記構成において、音響特性検出部が話者からの指示を契機としてエコー経路の音響特性を検出するように話者の指示入力を行わせることも可能である。

#### 【 0 0 6 4 】

以上、実施形態 2 のエコー抑制システムは、応答信号の探索範囲のうち基準信号である話者信号との相互相関係数がもっとも大きくなる信号区間を探索することにより、マイクロフォンから取り込んだ信号のうち、基準信号となる話者音声信号が含まれている区間と、比較信号となる通信相手側から得られた応答信号のうち話者音声に対するエコーを含んだ応答信号の区間を精度よくかつ柔軟に検出することができる。

#### 【 0 0 6 5 】

##### (実施形態 3)

実施形態 3 は、音響特性検出処理における工夫を盛り込んだエコー抑制システムであり、音響特性検出部によるエコー経路の音響特性の検出において、話者システム側における基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号との相関値に対するしきい値と探索範囲の調整を可能としたものである。

#### 【 0 0 6 6 】

図 5 は、相互相関係数の探索範囲の調整を行うことのできる音響特性検出部 1 1 0 a の構成例を示した図である。図 5 において、音響特性検出部 1 1 0 a は、パワー計算部 1 1 1、相互相関係数計算部 1 1 2 に加え、探索範囲調整部 1 1 3 を備えている。

#### 【 0 0 6 7 】

探索範囲調整部 1 1 3 は、相互相関係数の探索範囲の調整を行うものであり、実施形態 2 の例で言えば、相互相関係数を計算する（数 5）における相互相関係数の次数  $k$  の値域を調整、つまり、 $k_{\text{MIN}}$ 、 $k_{\text{MAX}}$  を変更するものである。調整方

法の一例としては、相互相関係数  $r(k)$  にしきい値  $r_{TH}$  を設けておき、応答信号の探索範囲において基準信号である話者信号との相互相関係数として得られたもののうち、当該しきい値  $r_{TH}$  を超えるものがない場合、エコー経路の音響特性のため想定以上に遅延が大きいなど、応答信号の探索範囲外にエコーが見られると判断し、探索範囲を広げるなどの調整を行う方法をとる。

## 【0068】

探索範囲調整部 113 における調整処理の例を示す。図 6 は、探索範囲調整部 113 における調整処理フローを示したフローチャートである。

## 【0069】

まず、探索範囲の下限と上限を表わす  $k_{MIN}$  と  $k_{MAX}$  の初期値を設定する（ステップ 601）。

## 【0070】

ステップ S602 からステップ S604 は、実施形態 2 の図 4 のフローチャートにおけるステップ S401 からステップ S403 と同様であり、音声信号区間を検出するためパワー計算部 111 により信号のパワーを計算し（ステップ S602）、しきい値を超えるパワーを持つ信号を基準信号  $a_i$  とし（ステップ S603）、基準信号となる話者音声信号  $a_{i-j}$  と比較信号となる応答信号の各信号区間  $c_{(i+k-j)}$  との相互相関係数  $r(k)$  を計算する（ステップ S604）。

## 【0071】

本実施形態 3 では、ステップ S604 で求めた各信号区間の相互相関係数  $r(k)$  のうち最大値をとる  $r_{MAX}$  を検出し（ステップ S605）、 $r_{MAX}$  が相互相関係数のしきい値  $r_{TH}$  を超えるものであるか否かをチェックし（ステップ S606）、しきい値  $r_{TH}$  を超えるものである場合（ステップ S606：Y）は、探索範囲内にエコーと見られる部分があったと判断し、当該  $k$  の値をエコー経路の音響特性に基づく遅延量とする（ステップ S607）。

## 【0072】

しきい値  $r_{TH}$  を超えるものでない場合（ステップ S607：N）は、初期設定の応答信号区間の探索範囲内ではエコーと見られる部分がなかったと判断し、探索範囲を広げるべく、 $k_{MIN}$  と  $k_{MAX}$  の値を調整するため、 $k_{MIN} = k_{MIN} - \alpha$ 、 $k$

$k_{MAX} = k_{MAX} + \beta$ とする（ステップS 6 0 8）。なお、 $k_{MIN}$ の値がマイナスになることは有り得ないので（エコーの方が過去に発生することはないので）、 $k_{MIN}$ が0未満の場合（ステップS 6 0 9：Y）は、 $k_{MIN}$ を0とする（ステップS 6 1 0）。このように探索範囲を調整し、ステップS 6 0 4に戻り、相互相関係数の演算を再実行する（ステップS 6 0 4）。

#### 【0 0 7 3】

また、相互相関係数  $r(k)$  のしきい値  $r_{TH}$  および探索範囲の調整を話者自身の操作により可能としても良い。

#### 【0 0 7 4】

以上、実施形態3のエコー抑制システムは、音響特性検出部によるエコー経路の音響特性の検出において、話者システム側における基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号との相互相関係数の演算結果をもとに探索範囲の調整を行うことができる。

#### 【0 0 7 5】

##### （実施形態4）

実施形態4は、音響特性検出処理における工夫を盛り込んだエコー抑制システムであり、音響特性検出にあたり、音響特性検出用の信号を用いるものである。音響特性検出部が、音響特性検出用信号を発生する信号発生部を備え、音響特性検出用信号を基準信号とし、通話に先立ち、音響特性検出部が、基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号とを用いて話者側から見たエコー経路の音響特性を検出するものである。

#### 【0 0 7 6】

図7に音響特性検出用の信号を用いる場合の装置構成例を示す。図7の構成例では、音響特性検出部110bは、音響特性検出用信号発生部114、スイッチ115を備えている。音響特性検出用信号発生部114はパルスや白色雑音など自己相関の小さい信号を発生するものが好ましい。また、ユーザフレンドリーなシステムとすべく利用者にとり耳障りにならない音楽などを用いることも可能である。スイッチ115は、音響特性検出部において音響特性検出用信号発生部114を用いるか否かを切り替えるものであり、例えば、通話冒頭の音響特性検出の

フェーズでは音響特性検出用信号発生部 1 1 4 側をオンとし、音響特性に応じた音響特性フィルタの値を調整し、エコー抑制処理のフェーズとなればマイクロフォン 1 1 側をオンとする。

#### 【 0 0 7 7 】

上記構成とすれば、音響特性検出に適した信号を用いることができ、エコー経路となる音響特性を精度良く検出することができる。

#### 【 0 0 7 8 】

もっとも、音響特性検出用信号を用いる場合は、実際の通話に先立って冒頭に音響特性検出用信号の発信とエコー音の受信、音響特性フィルタの係数決定などの諸処理を行わねばならない。そこで、特別に音響特性検出用信号を用いず、通話において入力された話者信号を基準信号として用い、音響特性検出部が、基準信号と通話相手側から返ってきた応答信号とを用いて話者側から見たエコー経路の音響特性を検出することも可能である。この方式を用いれば通話中、常時または一定間隔などで音響特性検出を実行し、エコー経路の音響特性を更新して行くことが可能となり、音響特性が変化しても常に最適なエコー抑制処理を実行することができる。

#### 【 0 0 7 9 】

##### (実施形態 5)

実施形態 5 は、エコー抑制信号の生成処理における工夫を盛り込んだエコー抑制システムであり、エコー抑制処理部のエコー抑制処理において用いるエコー抑制信号を、遅延部分と遅延部分に続く信号部分に分けて、遅延部分の処理を遅延フィルタで行い、遅延部分に続く信号部分の調整を F I R フィルタなどにより実行するものである。このように、エコー抑制信号を、遅延部分と遅延部分に続く信号部分に分けて演算することにより、処理量の低減を図ったものである。

#### 【 0 0 8 0 】

図 8 はエコー抑制用信号を簡単に示した図である。なお、 $t = 0$  は話者システムのマイクロフォンに音響特性検出用信号、例えば、パルスを入力したタイミングを表わしている。図 8 に見るように、エコー抑制用信号は、遅延部分 8 0 1 と当該遅延部分 8 0 1 に続く信号部分 8 0 2 に分けることができる。この例では遅

延時間が  $d$  となっている。実施形態 1 の例では、図 8 に示した形のエコー抑制用信号を図 2 に示したような音響特性フィルタ 2 0 1 と係数更新器 2 0 2 を用いて学習同定法により生成したが、本実施形態 5 では、遅延部分 8 0 1 に相当する遅延処理を遅延フィルタで実行し、信号部分 8 0 2 に相当する信号部分を F I R フィルタなどの音響特性フィルタ 2 0 1 で生成する構成とする。遅延部分 8 0 1 と当該遅延部分 8 0 1 に続く信号部分 8 0 2 に分けて演算処理することにより、実施形態 1 のように一体の信号として演算処理するよりも処理量が少なくなる。

#### 【 0 0 8 1 】

図 9 は、本実施形態 5 のエコー抑制システムのエコーキャンセラー部分を中心とした構成例を示した図である。図 9 において、2 1 0 が遅延検出器、2 2 0 が遅延フィルタである。その他の要素は実施形態 1 における図 2 と同様であり、ここでの説明は省略する。

#### 【 0 0 8 2 】

遅延検出器 2 1 0 は、エコー経路における遅延量を求める部分である。例えば、無音状態から  $t = 0$  でパルス信号をマイクロフォン 1 1 から入力し、実施形態 2 に示したパワー計算器などにより応答信号中に有意な音声信号の存在を検出し、その遅延量を求めるものとしても良い。ここでは遅延量  $d$  が検出されたものとする。

#### 【 0 0 8 3 】

遅延フィルタ 2 2 0 は、エコー抑制信号のうちの遅延部分に相当する遅延を与える部分である。遅延検出器 2 1 0 により求めた遅延量  $d$  をもとに、 $Z$  領域の伝達関数として、 $Z^{-d}$  である遅延フィルタ 2 2 0 として調整する。

#### 【 0 0 8 4 】

話者信号に対して遅延フィルタ 2 2 0 による遅延処理を施した後の処理は、実施形態 1 と同様である。F I R フィルタ係数の調整処理においては、遅延処理済み信号  $m$  に対して音響特性フィルタ 2 0 1 による演算を実行後、応答信号との減算処理を減算器 2 0 3 により行って両者差分が 0 となるように係数更新器 2 0 2 を介して F I R フィルタの係数を調整する。また、エコー抑制処理においては、係数が調整された音響特性フィルタ 2 0 1 を用いて遅延処理済み信号の演算処理

を実行し、ゲイン器 2 0 5 によりゲイン調整を施した後、エコー抑制処理済み信号をスピーカ 1 2 に出力する。上記エコー抑制処理や F I R フィルタ係数調整処理において、実施形態 1 で示したように話者音声信号を一体の信号として演算処理するよりも処理量が少なくなる。

#### 【 0 0 8 5 】

なお、上記実施形態において説明した各構成要素は、ハードウェアモジュールとして供給することも可能であり、また、上記要素の処理を実現する処理プログラムの形で記述しておき、汎用マイクロプロセッサなどに上記要素処理を実現させることも可能である。

#### 【 0 0 8 6 】

##### (実施形態 6)

本発明のエコー抑制システムは、上記に説明した構成を実現する処理ステップを記述したプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して提供することにより、各種コンピュータを用いて構築することができる。本発明のエコー抑制システムを実現する処理ステップを備えたプログラムを記録した記録媒体は、図 1 0 に図示した記録媒体の例に示すように、C D - R O M 3 0 2 やフレキシブルディスク 3 0 3 等の可搬型記録媒体 3 0 1 だけでなく、ネットワーク上にある記録装置内の記録媒体 3 0 0 や、コンピュータのハードディスクや R A M 等の記録媒体 3 0 5 のいずれであっても良く、プログラム実行時には、プログラムはコンピュータ 3 0 4 上にローディングされ、主メモリ上で実行される。

#### 【 0 0 8 7 】

なお、本発明のエコー抑制システムは、上記の発明の概念から逸脱することなく、上記の方法及び装置に種々の変更及び変形を成し得ることが理解されよう。従って、本発明は上記実施形態に限定されるものではないことに注意する必要がある。

#### 【 0 0 8 8 】

##### 【発明の効果】

本発明のエコー抑制システムによれば、話者側のシステムに設けたエコーキャンセラーにより話者の聞こえるエコーを抑制することが可能となる。話者自身が

エコー抑制処理の微調整ができ、エコーキャンセラーの効果を直接知ることができる。インターネットを介した音声信号のやり取りであって音響特性の変動幅の大きい状況においても最適なエコー抑制処理を実行できる。

【0089】

また、本発明のエコー抑制システムによれば、通話相手側の通信機器で発生しているエコーの抑制処理を、話者側システムにより行うことができ、従来のように受話側システムでエコー抑制処理を行う必要がないので、通信相手の音声処理システムの如何にかかわらず確実にエコー抑制処理を実行することができる。

【0090】

また、本発明のエコー抑制システムによれば、応答信号の探索範囲のうち基準信号である話者信号との相互相関係数がもっとも大きくなる信号区間を探索することにより、マイクロフォンから取り込んだ信号のうち、基準信号となる話者音声信号が含まれている区間と、比較信号となる通信相手側から得られた応答信号のうち話者音声に対するエコーを含んだ応答信号の区間を精度よくかつ柔軟に検出することができる。また、相互相関係数の演算結果をもとに探索範囲の調整を行うこともできる。

【0091】

また、本発明のエコー抑制システムによれば、エコー抑制処理部のエコー抑制処理において用いるエコー抑制信号を、遅延部分と遅延部分に続く信号部分に分けて、遅延部分の処理を遅延フィルタで行い、遅延部分に続く信号部分の調整をFIRフィルタなどにより実行することにより、処理量の低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1のエコー抑制システムを模式的に表わした図

【図2】 本発明にかかるエコーキャンセラー100を中心とした具体的なモジュール構成の一例を示した図

【図3】 基準信号となる話者音声信号 $a_i$ が含まれている区間および比較信号となるエコーを含んだ応答信号 $c_i$ の区間を判別する処理を行う音響特性検出部110の構成例を示した図



【図 4】 本発明の実施形態 2 のエコー抑制システムにおける相互相関係数の計算を用いた話者音声に対するエコーを含んだ応答信号の区間の検出処理フローの例を表わしたフローチャート

【図 5】 本発明の実施形態 3 のエコー抑制システムにおける相互相関係数の探索範囲の調整を行うことのできる音響特性検出部 1 1 0 a の構成例を示した図

【図 6】 本発明の実施形態 3 のエコー抑制システムにおける探索範囲調整部 1 1 3 における調整処理フローを示したフローチャート

【図 7】 本発明の実施形態 4 の音響特性検出用の信号を用いる場合の装置構成例を示す図

【図 8】 エコー抑制用信号を簡単に示した図

【図 9】 本発明の実施形態 5 のエコー抑制システムのエコーキャンセラー部分を中心とした構成例を示した図

【図 1 0】 本発明のエコー抑制システムを実現する処理ステップのプログラムを記録した記録媒体の例を示す図

【図 1 1】 従来技術における全二重通話システムを模式的に示した図

【図 1 2】 従来技術におけるエコーキャンセラーを用いたエコー抑制システムを模式的に示した図

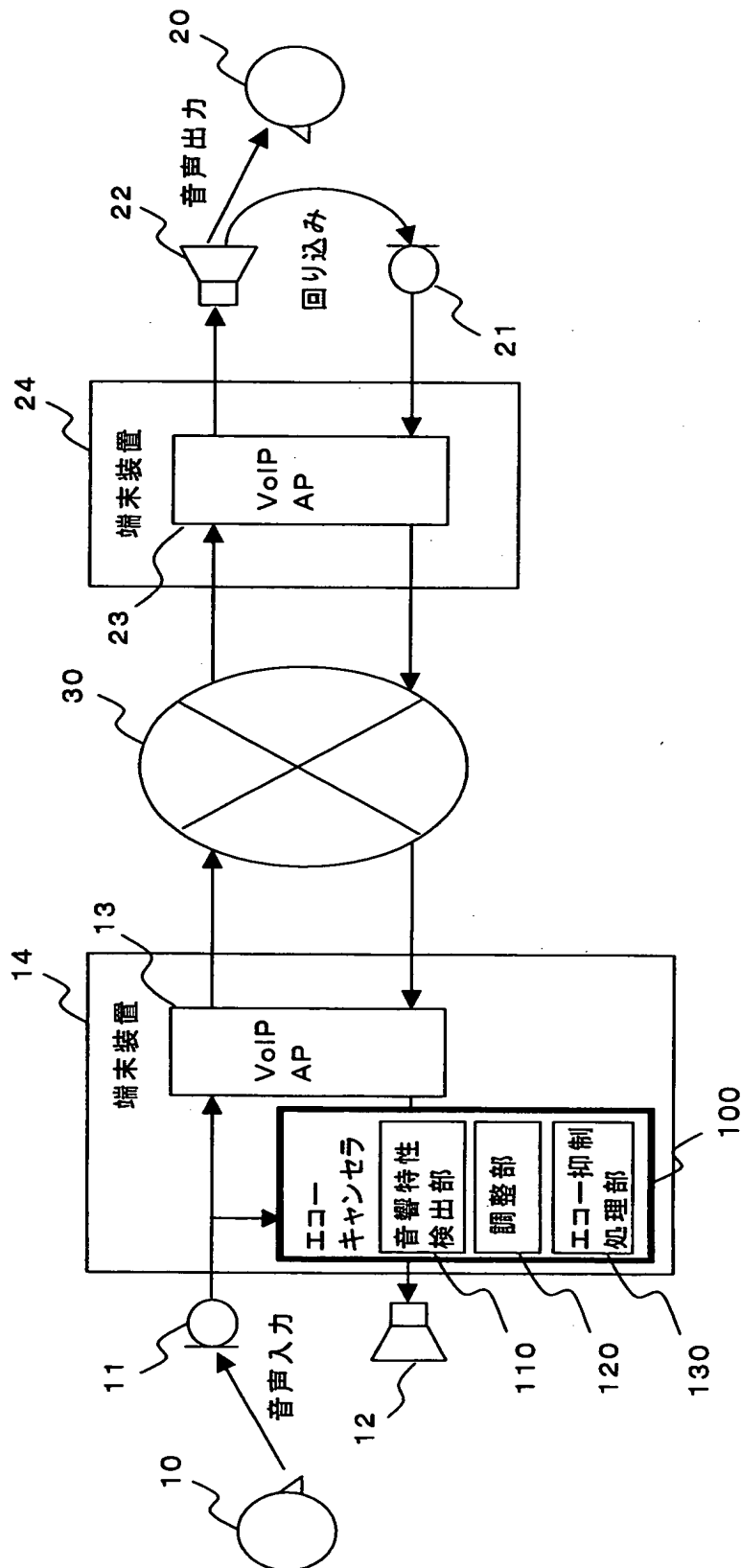
【符号の説明】

- 1 0, 2 0 通話者
- 1 1, 2 1 マイクロフォン
- 1 2, 2 2 スピーカ
- 1 3, 2 3 V o I P アプリケーション
- 1 4, 2 4 端末装置
- 3 0 インターネット
- 1 0 0 エコーキャンセラー
- 1 1 0, 1 1 0 a, 1 1 0 b 音響特性検出部
- 1 1 1 パワー計算部
- 1 1 2 相互相関係数計算部
- 1 1 3 探索範囲調整部

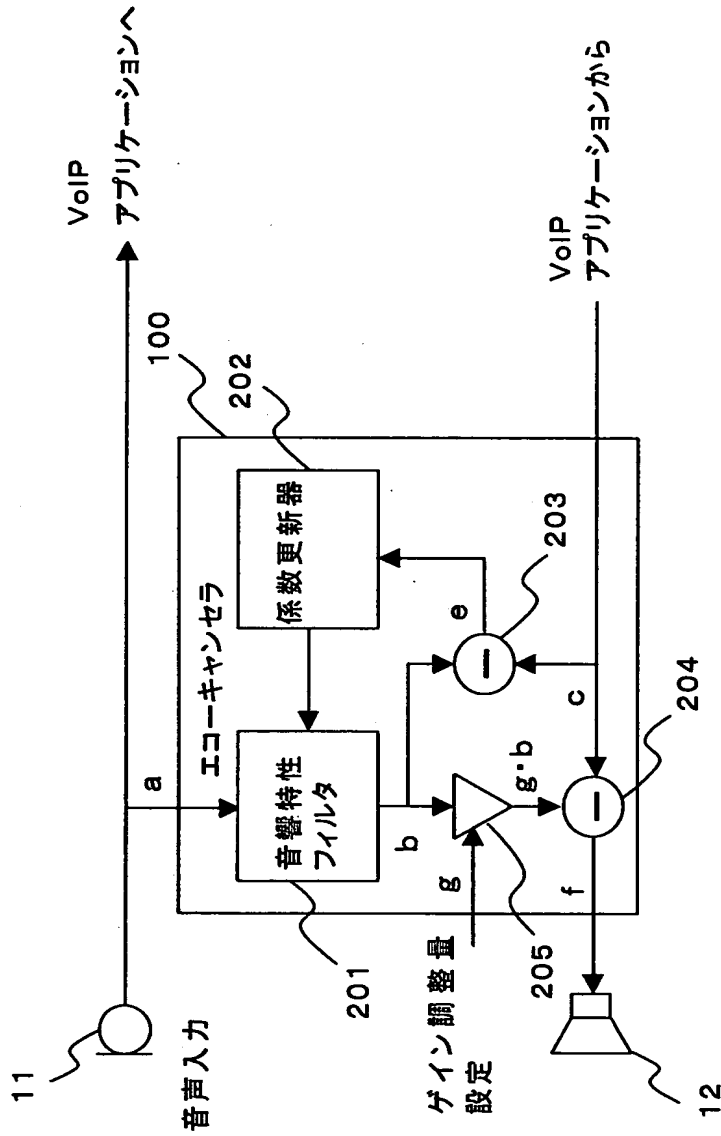
- 1 1 4 音響特性検出用信号発生部
- 1 1 5 スイッチ
- 1 2 0 調整部
- 1 3 0 エコー抑制処理部
- 2 0 1 音響特性フィルタ
- 2 0 2 係数更新器
- 2 0 3, 2 0 4 減算器
- 2 0 5 ゲイン調整器
- 2 1 0 遅延検出器
- 2 2 0 遅延フィルタ
- 3 0 0 ネットワーク上にある記録装置内の記録媒体
- 3 0 1 可搬型記録媒体
- 3 0 2 C D - R O M
- 3 0 3 フレキシブルディスク
- 3 0 4 コンピュータ
- 3 0 5 コンピュータのハードディスクや R A M 等の記録媒体
- 8 0 1 遅延部分
- 8 0 2 遅延部分 8 0 1 に続く信号部分

【書類名】 図面

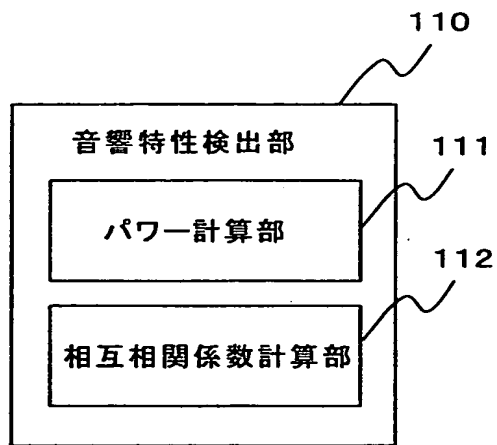
【図 1】



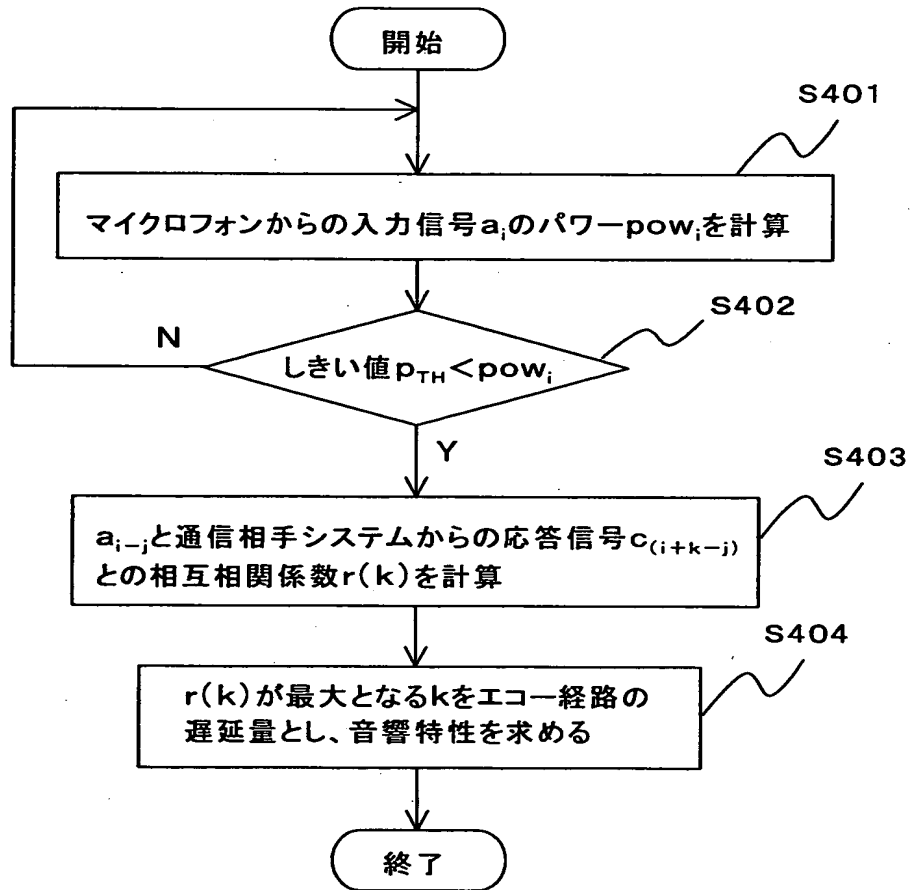
【図 2】



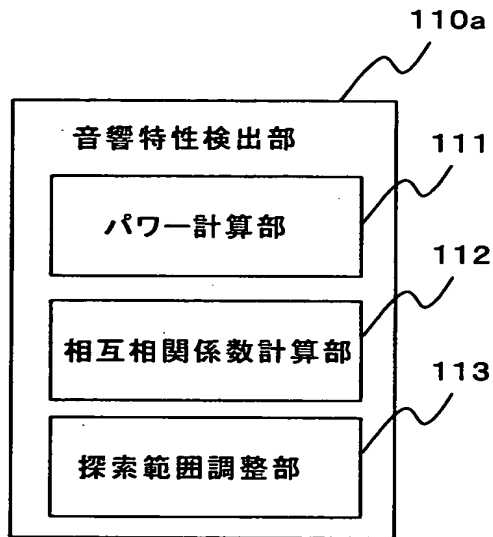
【図 3】



【図 4】

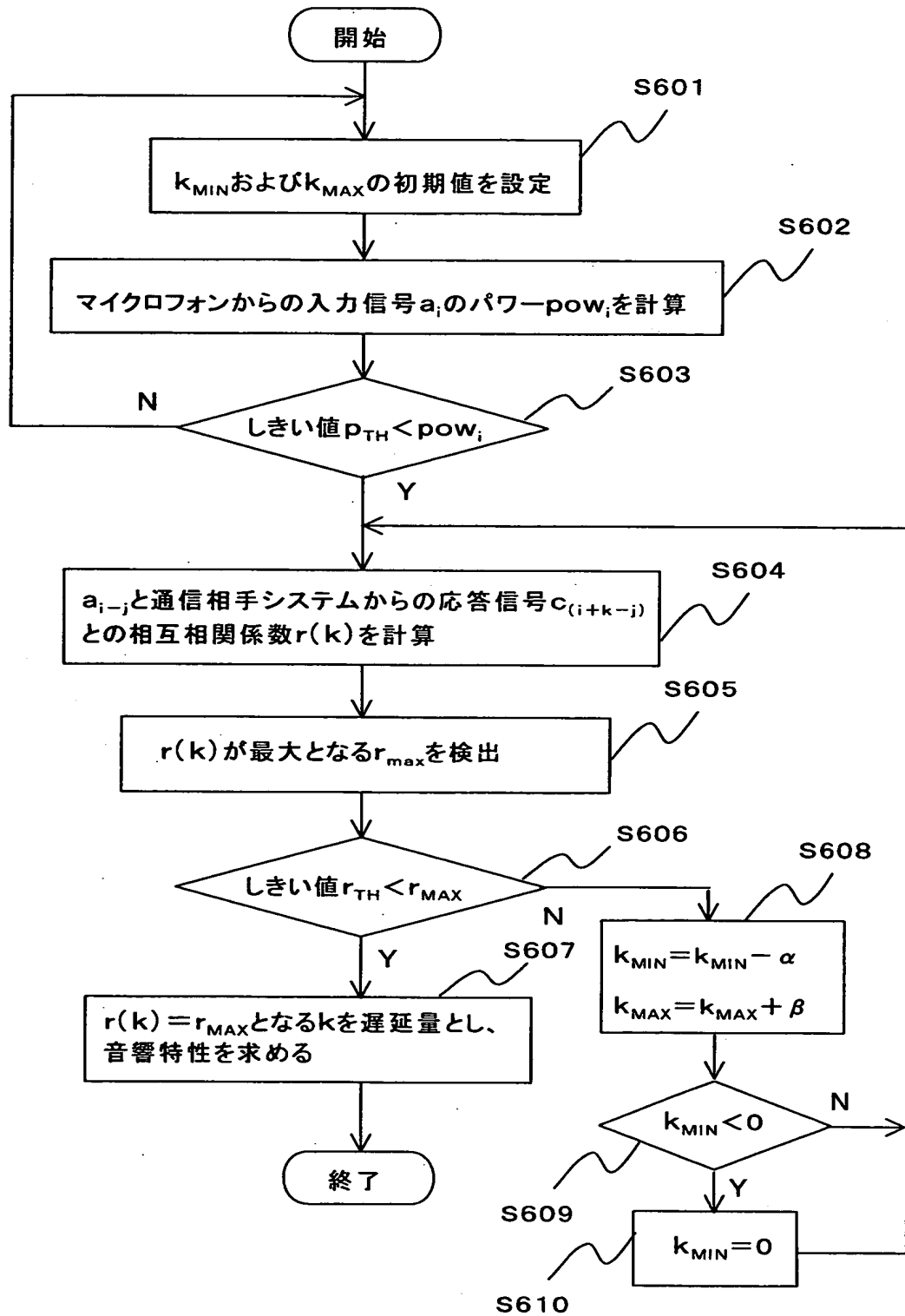


【図 5】

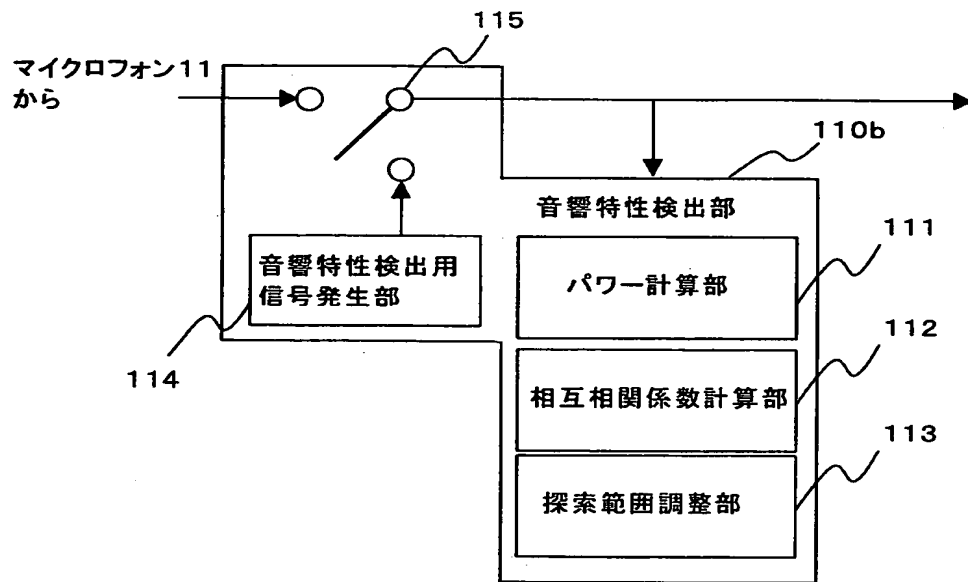




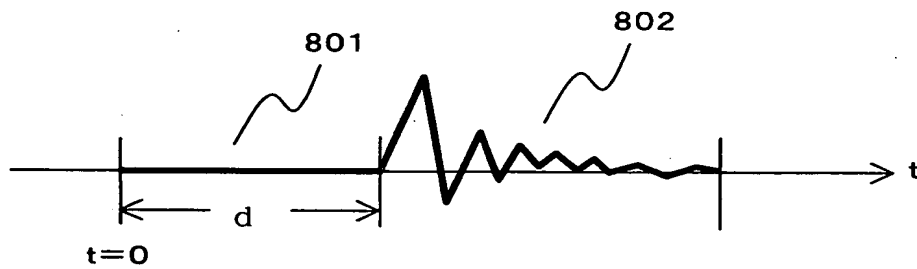
【図 6】



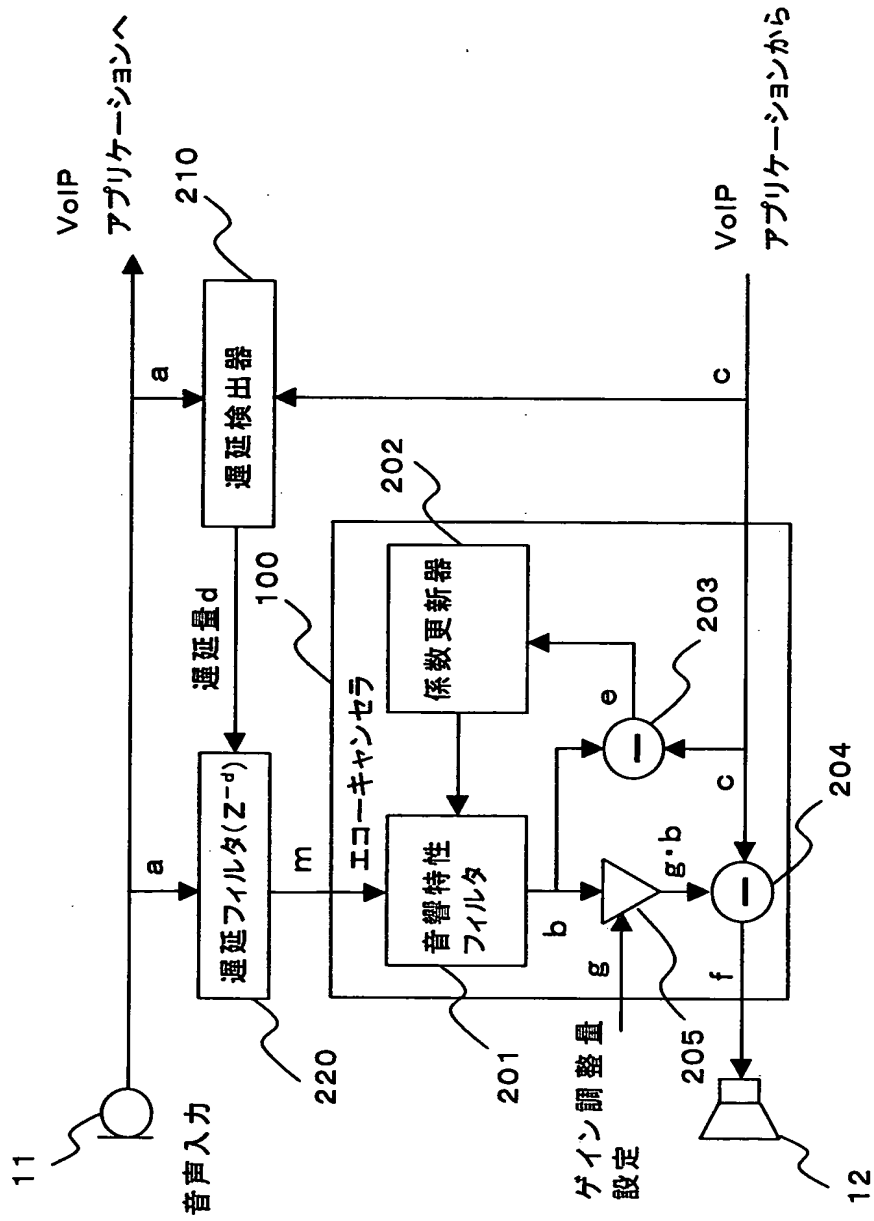
【図 7】



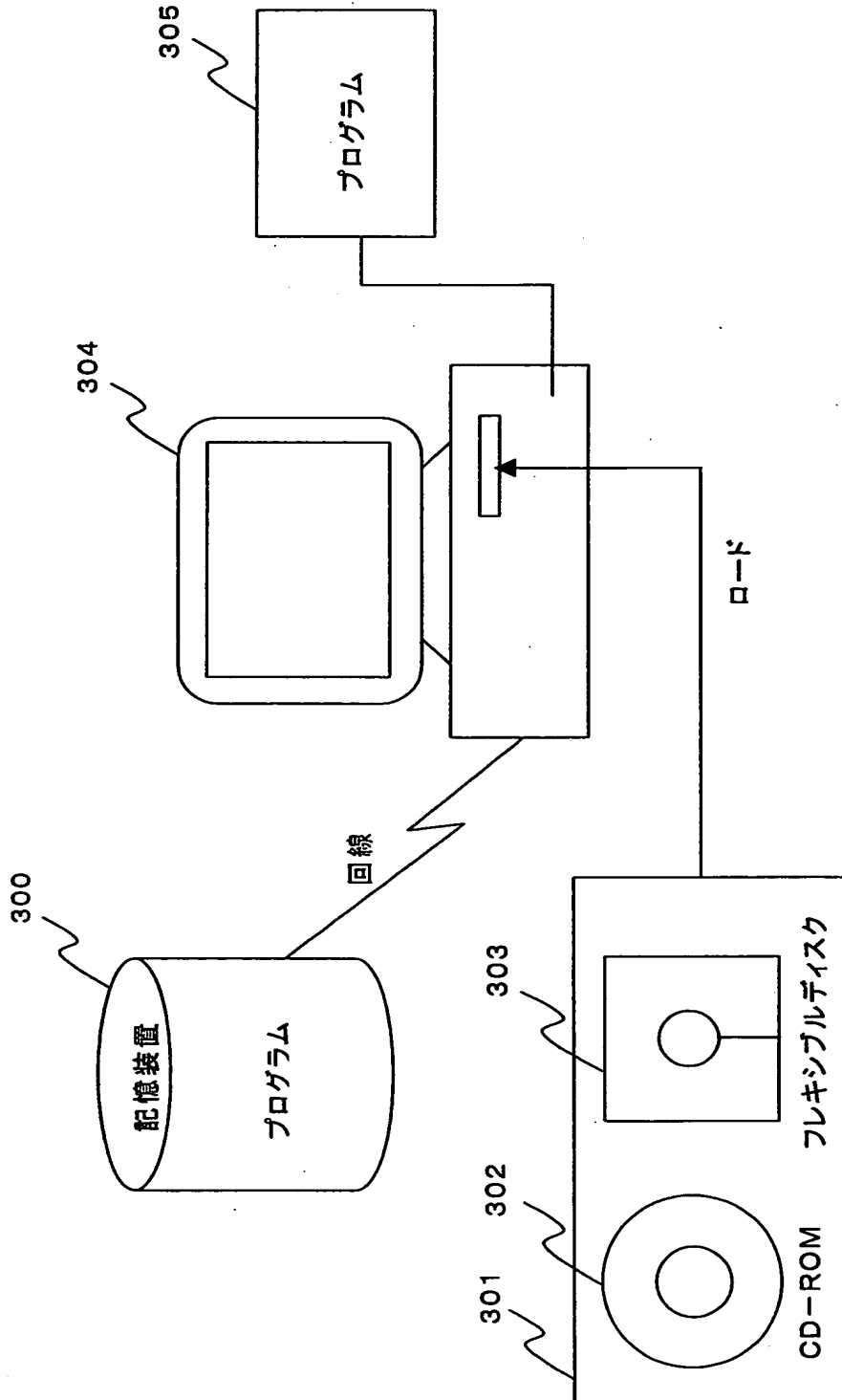
【図 8】



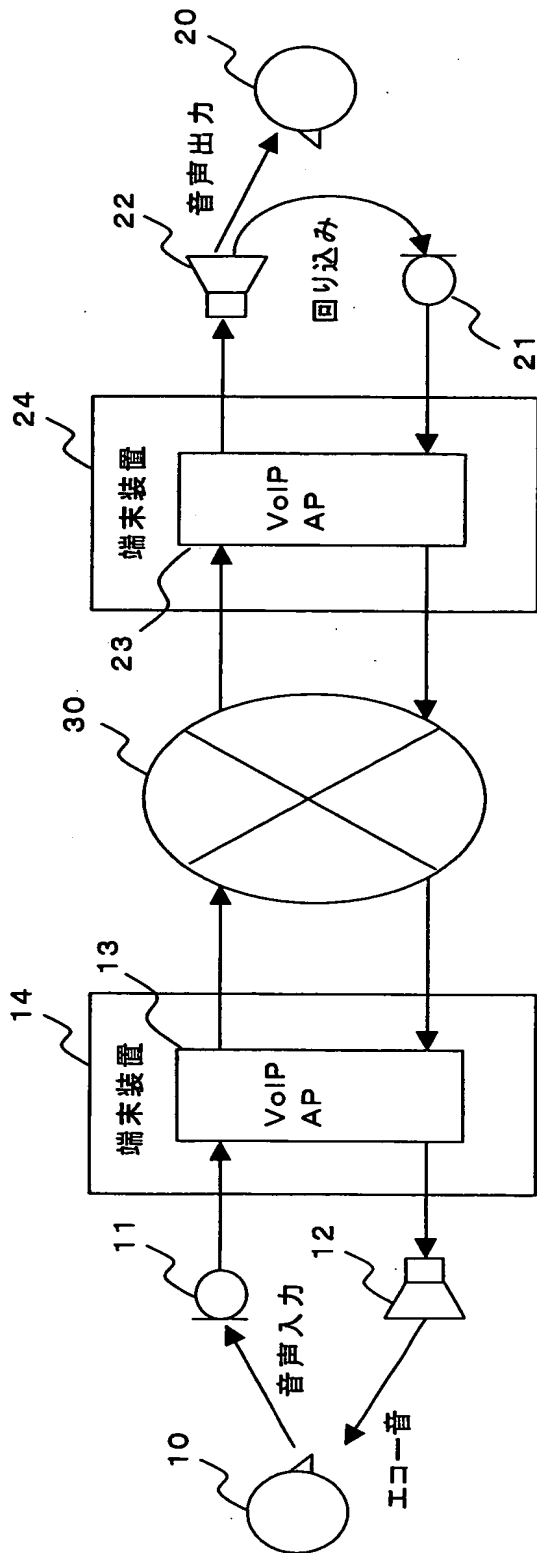
【図9】



【図 1 0】

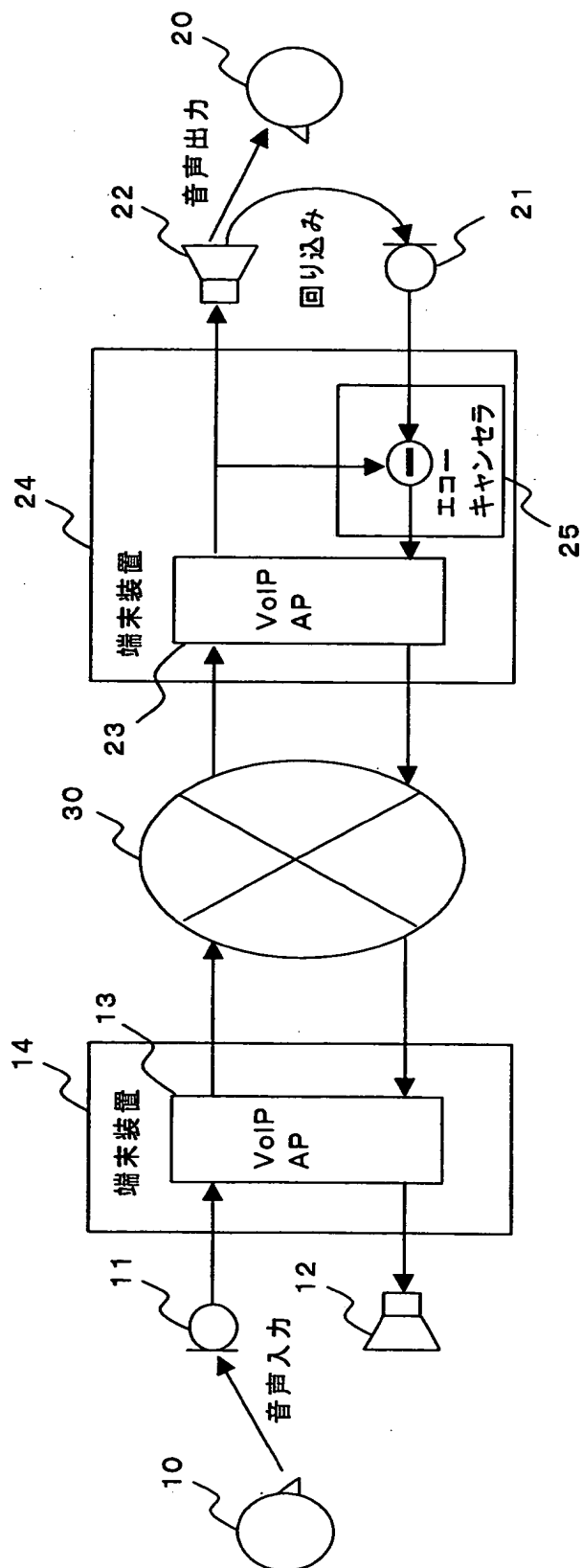


【図 11】



特 2 0 0 0 - 3 3 4 4 5 5

【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 先方システムに如何にかかわらず、また、ネットワーク伝送の遅延量の変動幅も大きい状況においても最適なエコー抑制処理を提供する。

【解決手段】 話者 1 0 からマイク 1 1 を介して入力された音声、V o I P アプリケーション 1 3、インターネット 3 0 を介して通話相手の端末 1 4 に渡される。並行して話者音声をエコーキャンセラ 1 0 0 に入力する。エコーキャンセラ 1 0 0 は予めまたは動的にエコー経路における音響特性を検出し、エコー抑制信号を生成するためのフィルタ係数を調整し、利用者からのチューニング調整も受け入れておく。エコーキャンセラ 1 0 0 は渡された話者音声信号から音響特性とチューニング調整量を基に加工してエコー抑制用信号を生成する。通信相手のスピーカ 2 2 からマイクロフォン 2 1 を介して再入力されたエコーを含む応答信号からエコー抑制用信号を減算する。

【選択図】 図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 3 月 2 6 日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社